

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**CAPTAÇÃO E USO DE ÁGUA DA CHUVA NO PROJETO DE
RECICLAGEM ORGÂNICA DA UFSC**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ACADÊMICO: ALESSANDRO VICENTE VENTURELI
ORIENTADOR: PROF. DR. LEONARDO DE BRITO ANDRADE

Florianópolis, Novembro de 2010

ALESSANDRO VICENTE VENTURELI

**CAPTAÇÃO E USO DE ÁGUA DA CHUVA NO PROJETO DE
RECICLAGEM ORGÂNICA DA UFSC**

Trabalho de Conclusão de
Curso em Agronomia, Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agrárias.

Orientador: Leonardo de Brito Andrade

Florianópolis, Novembro de 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Jah Natureza. Aos meus pais, Sérgio e Léia, a todos meus amigos do dia a dia e colegas da faculdade que, de uma forma ou de outra, acrescentaram em minha Vida. Sou grato, principalmente, ao amigo e professor Rick Miller pela oportunidade estar vivenciando agronomia de fato e, é claro, aos meus grandes amigos vira-latas da compostagem: Matheus, Misa, Coroinha, Vitão, Brandi, Jorge, André Pisada, Gustavo, Marco Aurélio, Brunão, Mauricio, Danilo, Eduardo Bender, Luisão, João, Perna, Pedroca, Camilo, Kiriá, Júlio e Mônica Casca, Martin, Ary, Cristiano, Alexandre Mestre, Gérson e Tatu!

AGRADEÇO A TODOS!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FOTOS	v
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE GRÁFICOS	v
RESUMO	vi
1 INTRODUÇÃO	2
1.1 PROBLEMÁTICA.....	3
1.2 HIPÓTESE.....	3
1.3 JUSTIFICATIVA.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 ÁGUA.....	6
2.2 CICLO HIDROLÓGICO.....	7
2.3	
CHUVA.....	8
2.4 POPULAÇÃO E A ÁGUA.....	9
2.5 LEGISLAÇÃO.....	12
2.6 USO RACIONAL DA ÁGUA.....	13
2.6.1 USO DA ÁGUA DE CHUVA.....	14
2.6.2 CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA.....	17
2.6.3 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	20
2.6.4 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA COLETADA.....	21
2.6.5 LOCAL DO RESERVATÓRIO.....	22
2.6.6 CONSCIENTIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA DA CHUVA.....	22
3 MATERIAIS E MÉTODO	24
3.1 DATA E LOCAL DO TRABALHO.....	24
3.2 LEVANTAMENTO INICIAL DO ESTÁGIO – DESTINO DA ÁGUA PLUVIAL DO PRÉDIO VIZINHO (CCB).....	25

3.3MATERIAIS UTILIZADOS NA CAPTAÇÃO E USO DA ÁGUA DE CHUVA.....	28
3.4 CÁLCULO DA DEMANDA DE ÁGUA, SUPRIMENTO PELA CHUVA E EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO.....	31
3.5 DEMANDA.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 DEMANDA DE ÁGUA.....	32
4.2 CAPACIDADE DE CAPTAÇÃO DO SISTEMA.....	32
4.3 LEVANTAMENTO DAS MÉDIAS MENSAS DE PRECIPITAÇÃO EM FLORIANÓPOLIS E DURANTE O ESTÁGIO.....	33
4.4 USO DA ÁGUA COLETADA.....	36
4.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	37
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	38
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos recursos hídricos no planeta.....	7
--	---

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Penúltimo prédio do CCB.....	26
Foto 2 - Final do sistema pluvial.....	26
Foto 3 - Falha no sistema de calhas do prédio desativado do Biotério da UFSC.....	26
Foto 4 - Prédio desativado do Biotério da UFSC.....	27
Fotos 5a, 5b, 5c, 5d e 5e - Sistema de Calhas.....	29
Fotos 6a e 6b – Reservatório.....	29
Fotos 7a, 7b e 7c - Começo do Sistema de Distribuição.....	30
Fotos 8a e 8b - Estacas Artesanais de Bambu.....	30
Fotos 9a, 9b e 9c - Final do Sistema de Distribuição.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Estágio dentro da UFSC.....	24
Figura 2 - Ilustração do sistema de captação.....	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Uso da água potável por atividade no mundo.....	10
Gráfico 2 -Uso da água potável por atividade no Brasil.....	11
Gráfico 3 – Média mensal de precipitação em Florianópolis.....	33
Gráfico 4 – Precipitação e volume de água acumulado no reservatório entre 01/10/2010 e 15/11/2010.....	34
Gráfico 5 – Consumo diário no mês de outubro de 2010 e média da capacidade de captação diária dos meses de fevereiro (maior) e junho (menor).....	35
Gráfico 6 – Precipitação do mês de outubro de 2010 e média de precipitação diária do mês de outubro em Florianópolis.....	36

RESUMO

Com o grande aumento populacional dos últimos anos, medidas alternativas vêm se mostrando cada vez mais presentes com a conscientização sobre a preservação dos nossos Recursos Naturais. A água é o mais importante, e deve ter seu uso racionalizado com práticas que gerem sua economia e reutilização, e que promova melhorias ao ambiente. A captação da água de chuva para fins não potáveis é uma dessas práticas, evitando o uso inadequado e promovendo redução de gastos. Este é um relatório de estágio realizado durante o segundo semestre do ano de 2010 no Laboratório de Biotecnologia Neolítica da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) onde foi implantado um sistema de captação e uso da água da chuva para a lavagem de “bombonas” utilizadas na coleta seletiva do Projeto de Reciclagem Orgânica, objetivando substituir ou diminuir o suprimento de água realizado pela empresa CASAN. Para isso foi calculado o volume de água, armazenado em um reservatório, por precipitação chuvosa sobre uma superfície de captação (telhado do Biotério desativado) com 300 m² de área, mostrando que a demanda semanal de água dessa atividade pode ser suprida com o reservatório cheio, e para isso é preciso uma chuva de aproximadamente 20 mm.

1 INTRODUÇÃO

O constante aumento populacional e a presente situação em que se encontra o Planeta deixam claro que certas atitudes são, e sempre foram, necessárias para um equilíbrio estabilizado da vida. Uma dessas atitudes seria a harmonização racional com os nossos recursos hídricos. A Natureza necessita de água para existir, e nós mesmos, seres humanos, somos quase 80 % água. Assim, é notório que devemos preservar a nossa maior riqueza, a água.

Com a globalização ficou claro que somos cidadãos, não só, de uma cidade, mas do mundo, pois todos os biomas estão ligados intimamente entre si, e usar a água disponível de maneira cada vez mais eficiente torna-se necessário tanto quanto extinguir os mitos de sua abundância ou escassez. É preciso que haja uma grande diminuição de desperdícios em seu uso (doméstico, industrial e agrícola), assim como, uma redução da degradação de sua qualidade pelos esgotos e resíduos lançados sem tratamento em mananciais por nossas casas e indústrias, para que não sejamos prejudicados pelos métodos desleais de mercado. Para isso devemos desenvolver práticas de gestão integrada da água disponível (REBOUÇAS, 2001).

Situações de falta de água já deixaram de serem atribuídas exclusivamente às regiões áridas e semi-áridas. Muitas regiões com grande potencial hídrico também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (ANA *et al.*, 2005).

A importância desse recurso natural para a sobrevivência das populações e suas atividades traz a necessidade da busca por tecnologias relacionadas ao uso racional de água, e a arquitetura precisa se enquadrar neste contexto mundial de desenvolvimento sustentável, essencial para uma sociedade saudável (BOTELHO, 2006).

Argumentos como esses ressaltam a importância da captação da água da chuva para fins não-potáveis, como lavagem de roupas, calçadas, irrigação de jardins e hortas, descargas entre outros (ZOLET, 2005), logo que

97,5 % da água existente é salgada (sendo sua dessanilização um processo expensivo) e dos 2,5% restantes, apenas a pequena quantidade que corresponde a 0,3% de toda a água do Planeta se mostra disponível, em rios e lagos, para consumo humano (COIMBRA e ROCHA apud ZOLET, 2005).

Partindo deste ponto de vista, o atual trabalho tem o intuito de aperfeiçoar a lavação de recipientes (bombonas) usados na coleta de resíduos orgânicos do Projeto de Reciclagem Orgânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com a captação e uso de água de chuva no cumprimento dessa atividade, promovendo o uso adequado da água potável e a redução de custos do Projeto.

1.1 PROBLEMÁTICA

O uso de água da chuva para atividades que não necessitem de água potável em regiões ditas "chuvosas", promove a preservação desse elemento que é o recurso natural mais importante do Planeta. Seria possível reduzir ou cessar, o uso de água potável na lavação de recipientes (bombonas) do Projeto de Reciclagem Orgânica da UFSC.

1.2 HIPÓTESE

Considerando a climatologia de chuva da cidade de Florianópolis, seria possível projetar um sistema de captação e uso de água da chuva que aumentasse a sustentabilidade e reduzisse dos gastos do projeto de reciclagem orgânica da Universidade Federal de Santa Catarina. Isso se daria com a diminuição, ou até mesmo cessamento, da utilização de água fornecida pela CASAN na lavação das "bombonas".

1.3 JUSTIFICATIVA

São várias as maneiras de se perceber o aumento populacional e sua concentração na área urbana. Muitos estudos provam este fato, e não é preciso muito intelecto para perceber que ao nosso redor as áreas urbanas crescem gradativamente. Em 1800 apenas 3% da população viviam em cidades, já em 1950, esse valor passou para 29%. Na década de 90 a população urbana mundial triplicou chegando a 45%. No Brasil em 1940, 30% da população vivia em cidades e 70% nas áreas rurais. Em 1996 esse número mudou para 75% da população vivendo em cidades (LEAL; HERRMANN, 1999).

Esse aumento populacional traz consigo o aumento do uso de recursos naturais para a manutenção da demanda mundial por alimentos, combustíveis e outros. Desses recursos naturais a água teria grande importância, visto que essa substância é essencial para todas as formas conhecidas de vida.

Segundo May (2004), aumentando a eficiência do uso da água nas cidades, teremos suprimentos para melhor abastecer as indústrias, aumentar a produtividade agrícola e melhorar o ambiente.

Com a implantação de um sistema de captação e uso de água da chuva estaríamos promovendo o uso racional da água, atividade essencial para uma sociedade sustentável.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Captar e usar a água da chuva, diminuindo, ou até mesmo substituindo a água utilizada atualmente, comprovando a viabilidade dessa técnica como redutora de gastos e promotora do equilíbrio ecológico.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Quantificar o volume de água da chuva captado pelo telhado do prédio inativo do novo Biotério da Universidade situado próximo ao Departamento de Microbiologia da UFSC.
- Relacionar esse volume com o regime pluviométrico calculado por Órgão Governamental (EPAGRI).
- Utilizar essa água, que será armazenada, na lavagem de recipientes (bombonas) do Projeto de Reciclagem Orgânica da Universidade Federal de Santa Catarina.
- Calcular a quantidade de água economizada por esse sistema, ou seja, o quanto de água que foi deixado de ser fornecido pela empresa responsável pelo abastecimento na região (CASAN).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ÁGUA

É uma das substâncias mais abundantes no Planeta, sendo um elemento formado por dois átomos de Hidrogênio (H) e um átomo de Oxigênio (O). No uso típico, muitas vezes fazemos referência à água apenas na sua forma ou estado líquido (Oceanos, lagos e rios), pois ela está disponível para a pronta utilização pelo homem, porém essa substância também pode ser encontrada no estado sólido (Geleiras) e na sua forma gasosa, mais corretamente denominada de vapor de água na atmosfera (CERQUEIRA, 2009).

É componente fundamental de dinâmica da natureza, impulsionando todos os ciclos, sustentando a vida e sendo o solvente universal. Sem água, a vida na Terra seria impossível. Esse é o recurso natural mais importante, pois participa e dinamiza todos os ciclos ecológicos, além dos sistemas aquáticos terem uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e que são também parte ativa e relevante dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta Terra. O *Homo sapiens* usa a água para suas funções vitais, como todas as outras espécies de organismos vivos, e também utiliza os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola e econômico (TUNDISI, 2003).

CERQUEIRA (2009) aponta que aproximadamente 70% da superfície do planeta Terra encontram-se coberta por água. No entanto, menos de 3% deste volume é de água doce, onde a maior parte está concentrada nas geleiras polares e neves das montanhas, restando uma pequena porcentagem de águas superficiais para as atividades humanas como mostra a tabela 1. De toda a água da Terra, 97,5% estão nos oceanos, sendo esta água salgada, e os 2,5% restantes é água doce. Desse pequeno percentual de água doce, 29,7% está distribuído na forma de aquíferos subterrâneos, 68,9% retido em calotas polares, 0,5% formam os rios e lagos, e 0,9% estão em outros reservatórios como nuvens, vapor de água etc.

LOCAIS	PORCENTAGEM
Mares e oceanos	97,40%
Atmosfera	0,001%
Rios e lagos superficiais	0,014%
Aqüíferos subterrâneos	0,585%
Geleiras e capas polares	2,0%

Tabela 1- Distribuição dos recursos hídricos no planeta

Fonte: UNIÁGUA (2004) apud BRESSAN et al. (2005)

O Brasil é um país privilegiado com relação à disponibilidade de água, onde estão 12% das reservas planetárias de água doce. Detém 53% do manancial de água doce disponível na América do Sul e possui o maior rio do planeta, o Rio Amazonas. Os climas equatorial, tropical e subtropical que predominam sobre o território, proporcionam elevados índices pluviométricos proporcionando tal abundância (CERQUEIRA, 2009).

Segundo TUNDISI (2003), a característica essencial de qualquer volume de água superficial localizado em rios, lagos, tanques, represas artificiais e águas subterrâneas são a sua instabilidade e mobilidade.

2.2 CICLO HIDROLÓGICO

Todos os estados físicos (sólido, líquido e gasoso) fazem parte do ciclo dinâmico da água, ciclo este, perpétuo. Estão entre os fatores que impulsionam o ciclo hidrológico: a energia térmica solar, a força dos ventos (que transportam vapor de água para os continentes) e a força da gravidade

(responsável pelos fenômenos da precipitação, da infiltração e deslocamento das massas de água).

Os principais componentes do ciclo hidrológico são a evaporação, a precipitação, a transpiração das plantas e a percolação, infiltração e a drenagem. Através da evaporação da água dos oceanos, rios e lagos, forma-se vapor de água, que é transportado pelo movimento das massas de ar. Sob determinadas condições de altitude e temperatura, o vapor é condensado formando as nuvens, que por sua vez podem resultar em precipitação. Essa precipitação pode ocorrer em forma de chuva, neve ou granizo, sendo que a maior parte fica temporariamente retida no solo, próxima de onde caiu, retornando à atmosfera por evaporação e transpiração das plantas. Uma parte da água que precipita escoar sobre a superfície do solo para os rios e lagos, enquanto que a outra parte infiltra profundamente no solo abastecendo o lençol freático. Aos poucos essa água vai correndo de volta ao mar, assim mantendo o equilíbrio do sistema hidrológico do planeta (CERQUEIRA, 2009).

Este equilíbrio está totalmente integrado com o desenvolvimento da biosfera e com o fluxo de calor e luz provenientes do Sol e do interior da Terra. A água em estado líquido só existe graças à temperatura adequada do nosso Planeta, que é mantida pela radiação solar e pelo calor gerado pelas substâncias radioativas nas camadas profundas da Terra. A atmosfera exerce um papel fundamental na manutenção da temperatura através do efeito estufa, sendo que a biosfera tem grande responsabilidade nesse efeito, logo que a atmosfera terrestre evoluiu para a composição atual (nitrogênio, oxigênio, vapor de água e outros gases) graças à ação dos seres vivos durante cerca de 3,5 bilhões de anos (JAQUES, 2005).

2.3 CHUVA

Pode ser entendida, basicamente, como um fenômeno meteorológico que é caracterizado pela precipitação de gotas d'água no estado líquido sobre a superfície da Terra. São formadas quando a água é aquecida pelo Sol ou outro processo de aquecimento, evaporando e se transformando

em vapor de água. Este vapor de água se mistura com o ar e, como é mais leve, começa a subir na atmosfera até formarem as nuvens carregadas de vapor de água (quando mais escura é a nuvem mais carregada de vapor de água condensado). Ao atingir altitudes elevadas ou encontrar massas de ar frias, o vapor de água condensa transformando-se novamente em água no estado líquido ou sólido, e como é pesada não conseguindo sustentar-se no ar, a água acaba caindo formando as precipitações. Nem todas as chuvas atingem o solo, algumas evaporam enquanto estão ainda a cair, num fenômeno que recebe o nome de Virga e acontece principalmente em períodos ou locais de ar seco.

Segundo CERQUEIRA (2009), chuvas convectivas, ou de convecção, resultam do forte aquecimento da superfície terrestre fazendo com que o ar ascenda, e assim arrefece e se aproxime do ponto de saturação. Quando a umidade relativa fica em níveis muito altos ocorre à condensação e precipitação. Este tipo de chuva se manifesta de forma intensa e com curta duração de tempo, são típicas da região equatorial e estão relacionadas a altas temperaturas. As chuvas que resultam do encontro de duas massas de ar com características diferentes de temperatura e umidade são chamadas ciclônicas ou frontais. Ocorre quando uma massa de ar quente sobe, o ar arrefece, aproximando-se do ponto de saturação, dando origem à formação de nuvens que por fim precipitam. São chuvas características das regiões temperadas (zonas de convergência), onde há baixas pressões. São mais freqüentes no inverno. Orográficas ou de relevo são chuvas que se originam da subida forçada do ar quando, em seu percurso, se apresenta uma elevação. O ar tende a subir arrefecendo, sendo que a saturação diminui e a umidade relativa aumenta, então acontece a condensação e conseqüente formação de nuvens, dando origem à precipitação. São freqüentes nas áreas de relevo acidentado ao longo das vertentes do lado de onde sopram ventos úmidos.

2.4 POPULAÇÃO E A ÁGUA

A cerca de algumas dezenas de anos atrás, a generosidade da natureza fazia crer que nossos mananciais abundantes de água eram inesgotáveis e renováveis. Hoje, o mau uso aliado à crescente demanda pelo recurso, vem preocupando especialistas e autoridades, tendo em vista o evidente decréscimo da disponibilidade de água limpa do Planeta, um recurso natural de valor econômico, estratégico e social, essencial à existência e bem estar do homem e à manutenção dos ecossistemas (MAY, 2004).

De acordo com a UNEP (2002), desde 1950 o número de pessoas que vivem em áreas urbanas aumentou de 750 milhões para mais de 2,5 bilhões de pessoas. Nos dias de hoje, 61 milhões de pessoas vivem nas cidades, e para 2025 a população urbana total esperada é o dobro da atual, totalizando mais de cinco bilhões de pessoas.

Enquanto a população tende a crescer em 4 vezes no período de 100 anos, as fontes disponíveis de água tendem a diminuir em 4 vezes (KAMMERS, 2004).

Hoje as pessoas consomem seis vezes mais água doce em relação a 1900, embora a população mundial não tenha crescido na mesma proporção ao longo do século (OLIVEIRA, 2005).

O alto padrão de consumo hídrico está associado principalmente à irrigação usada na Agricultura, processo que utiliza mais de 70% da água doce consumida. A indústria é responsável por 22% do consumo e o uso doméstico por 8% (Gráfico 1). No entanto, há estimativas de que o consumo industrial duplicará até 2025 (SOECO/MG, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2005).

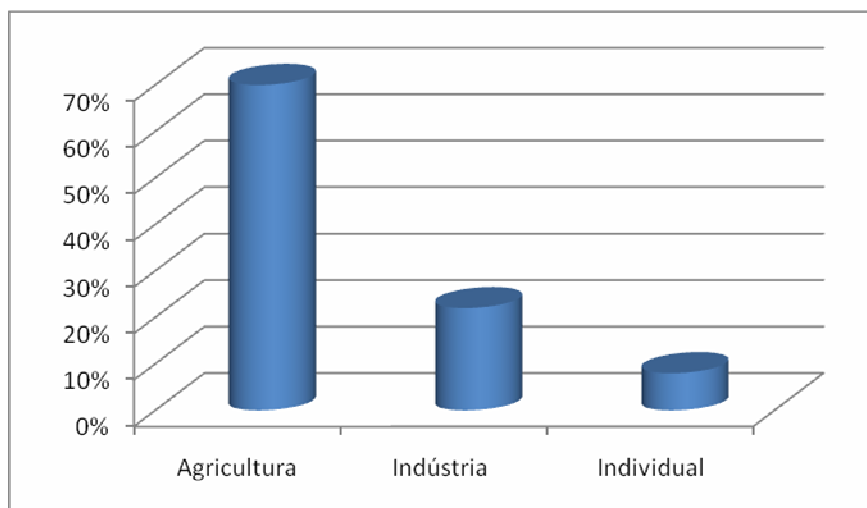


Gráfico 1 - Uso da água potável por atividade no mundo

Fonte: WORLD RESOURCES INSTITUTE (2010)

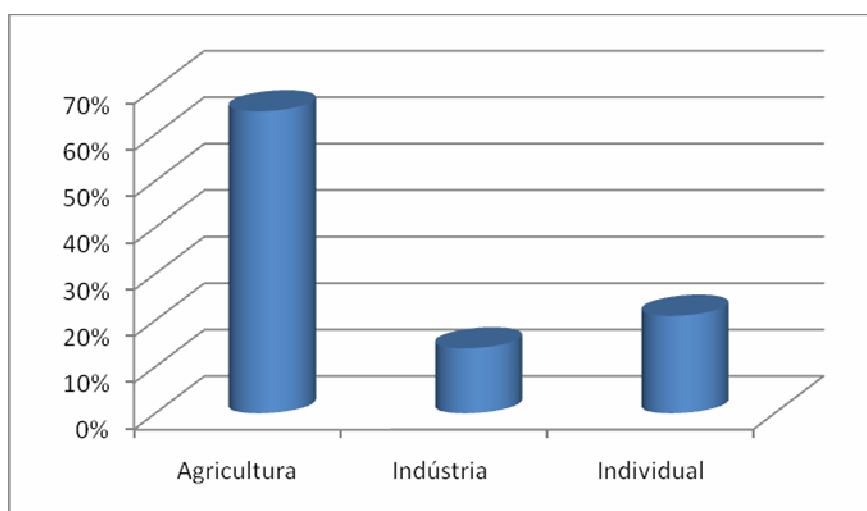


Gráfico 2 -Uso da água potável por atividade no Brasil

Fonte: TUCCI et al. (2001)

Segundo UNEP (2002), na atualidade três bilhões de pessoas sofrem com a falta de água tratada, e mais de um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável. Associado aos problemas da exploração desordenada, o acelerado crescimento populacional e a baixíssima disponibilidade de água

doce do Planeta, a poluição dos mananciais hídricos é o principal agravante desta crise mundial de água.

Pesquisas mostram que para cada 1.000 litros de água utilizada pelos humanos, são gerados 10.000 litros de água poluída (ONU, 1993 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Se a situação de países com pouca disponibilidade de água doce é difícil (com tendência de agravar-se), a posição de muitos países com abundância de reservas hídricas não é menos preocupante. É o caso do Brasil, que possui uma das maiores reservas hídricas do Planeta e, no entanto, algumas regiões já sofrem com a escassez de água provocada pelo seu desperdício e pela poluição dos mananciais nas regiões mais povoadas.

Nosso país possui 15% da água doce do mundo, 53% da reserva da América do Sul, e dois terços do manancial subterrâneo dos países do Mercosul (MIELI, 2001). No Brasil também está situada a maior bacia hidrográfica do Planeta (Bacia do Rio Amazonas), que corresponde a 69% dos recursos hídricos totais brasileiros (GHISI, 2004 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Apesar de possuir uma grande quantidade de água, o Brasil teve uma grande baixa da disponibilidade hídrica no último século (BRESSAN *et al.*, 2005). Em 1900, tínhamos 328.000 m³ de água doce per capita por ano. Depois de um século, a disponibilidade de água em nosso território diminuiu para aproximadamente 33.000 m³ per capita por ano (o que é considerado muito alto de acordo com a UNEP). Entretanto, esta média nacional não representa a situação em todas as áreas do país. No Nordeste e Sudeste, a disponibilidade de água está abaixo da média mundial (7.000 m³ per capita por ano), sendo classificada como baixa disponibilidade de água (GHISI, 2005).

De acordo com GHISI (2004), os maiores mananciais hídricos brasileiros estão concentrados nas regiões menos povoadas. A região Norte possui 45% do território brasileiro, somente 8% da população nacional e 69% de toda a água disponível enquanto a região Sudeste acomoda 43% da população e 6% da água disponível no país. Na região Nordeste a situação é semelhante possuindo 28% da população, porém conta com apenas 3% da água disponível.

De acordo com JAQUES (2005), o Estado de Santa Catarina enfrenta escassez de água em várias regiões, existindo uma elevada

dependência de abastecimento de águas superficiais, uma concentração da produção em áreas com baixa capacidade de retenção e de relevo acidentado, competição com outros segmentos econômicos e contaminação crescente das fontes tornando, no mínimo, preocupante a situação atual, exigindo uma busca por alternativas que muitas vezes são inviáveis economicamente.

2.5 LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira responsável pela água que está em vigor é o Código de Águas de 1934, a Lei Brasileira de Recursos Hídricos de 1997 e a lei de criação da Agência Nacional de Águas, sendo que não há uma legislação em âmbito nacional sobre água de chuva. O Código Sanitário do Estado de São Paulo, Decreto 12.342 de 27/09/78, determina no artigo 19 que não se pode introduzir águas pluviais na rede de esgoto: “Art. 19 – É expressamente proibida a introdução direta ou indireta de águas pluviais ou resultantes de drenagem nos ramais prediais de esgotos” (JAQUES, 2005).

2.6 USO RACIONAL DA ÁGUA

A água é um bem comum de toda humanidade e está sendo consumida frequentemente de forma inadequada. É importante que seu uso tenha racionamento e gerenciamento eficaz, logo que existe uma degradação dos recursos hídricos e uma conseqüente escassez da água em praticamente todo Planeta, e uma das formas de se obter água é justamente o aproveitamento da água de chuva. Coletar e armazenar água de chuva para ser utilizada nas descargas de vasos sanitários, na lavagem de carros e calçadas, na irrigação de jardins, pode se tornar uma solução desejável para minimizar os problemas de abastecimento de água, além de ir de encontro à preservação ambiental.

Na grande maioria das edificações a água potável é utilizada para quase todas as atividades, independente da qualidade necessária (ANA *et al.*, 2005). O Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu em 1958, que não deve ser desperdiçada a água de boa qualidade em atividades que possam ser exercidas usando águas de qualidade inferior. Essa

substituição mostra-se como a alternativa mais adequada (MIELI, 2001), sendo recomendado o uso de fontes alternativas que visem o uso da água que se encontra disponível naturalmente, sem intervenção direta nos mananciais ou que é oferecida de forma responsável pelos órgãos públicos (ANA *et al.*, 2005).

Dentro deste contexto, o aproveitamento de água de chuva e o reúso de águas cinzas contribuem com a diminuição do consumo de água potável e da carga de poluentes recebida pelo sistema de coleta de esgotos, assim como remediaram ou solucionam a demanda e do abastecimento de água local ou regional, onde a concentração da população tem gerado problemas em relação à escassez de água (SOARES *et al.*, 2001). De acordo com KAMMERS (2004), também é importante que ocorra elaboração de programas de economia de água, com a instalação de equipamentos adequados e a conscientização dos usuários. Nesse processo de mudança, é muito importante que profissionais atuem utilizando estas práticas nos projetos desde a sua concepção, construção e uso, fazendo com que os usuários se tornem mais conscientes em relação à preservação ambiental (BOTELHO, 2006), assim como estabelecer critérios para os múltiplos usos da água, utilizando fontes alternativas para os usos menos nobres (HERNANDES *et al.*, 2004).

Além de causar aumento da exigência de água por região e da poluição dos mananciais, a urbanização causa mudanças no ciclo hidrológico dessas áreas urbanas, resultado do aumento das áreas impermeabilizadas que impedem a infiltração e armazenamento da água de chuva no subsolo (ZAIZEN *et al.*, 1999 *apud* PAULA e OLIVERA., 2005). Como consequência, temos o aumento do escoamento superficial, ocasionando maior frequência de enchentes urbanas e deterioração da qualidade das águas (TAMAKI, 2005).

Com essa redução dos volumes de água lançados nos sistemas hídricos através do aproveitamento da água, várias etapas são eliminadas e, conseqüentemente, o ciclo hidrológico é abreviado. Logo, parcelas da água que iriam se degradar pelo contato com superfícies poluídas, tratadas e reconduzidas aos mesmos pontos de onde precipitaram, podem ser direcionadas diretamente para uma fonte de abastecimento das edificações no momento inicial da precipitação (HERNANDES *et al.*, 2005).

2.6.1 USO DA ÁGUA DE CHUVA

O aproveitamento da água de chuva, apesar de soar novo, é uma maneira milenar de utilização da água pela humanidade que vem crescendo e dando ênfase à conservação de água, proporcionando economia de água potável e contribuindo para a prevenção de enchentes causadas por chuvas torrenciais em grandes cidades, onde a superfície não permite a infiltração da água no solo. Esse é um modelo não convencional de conservação de água, utilizado em países desenvolvidos como Estados Unidos, Japão e Alemanha, onde este tipo de sistema se mostra eficiente. Esses países oferecem financiamento para a construção de projetos que tenham a captação e uso de água da chuva como princípio, adotando políticas de uso racional de água que visem à preservação ambiental, redução dos custos, prevenção de enchentes e combate a escassez de água potável. No Japão (maior exemplo de utilização da água de chuva), o governo metropolitano de Tóquio de 1984 exigiu dos cidadãos que as águas de chuva, assim com as águas cinzas, fossem aproveitadas para uso em todo prédio que tivesse área construída acima de 30.000 m² (TOMAZ, 2003).

No ano de 1998, em Berlim (capital da Alemanha) foram introduzidos sistemas de captação de água da chuva como parte de um projeto de desenvolvimento urbano em grande escala. Sua função era controlar o fluxo urbano e criar um micro clima melhor. Aproximadamente, 10% das residências alemãs utilizam água de chuva (INSTITUTO BRASIL PNUMA, 2000 *apud* KAMMERS, 2004). Segundo UNEP (2002), dezessete províncias da China aproveitam água de chuva com 5,6 milhões de reservatórios totalizando 1,8 bilhões de m³ em capacidade. Com a construção destes reservatórios 15 milhões de habitantes tiveram acesso à água de boa qualidade além de possibilitar uma irrigação suplementar em uma área 1,2 milhões de hectares de terra. Na África, algumas regiões se expandiram rapidamente, porém, sistemas de captação de água da chuva estão aparecendo somente nos últimos anos tornando-se cada vez mais difundidos com programas de implantação de tal sistema em Botswana, Togo, Mali, Malawi, África do Sul, Namíbia, Zimbábue, Moçambique, Sierra Leone, Tanzânia, entre outras (UNEP, 2002). TOMAZ (1998) relata que o aproveitamento de água da chuva

tem sido pesquisado, também, em países de primeiro mundo como os Estados Unidos, sendo possível comprovar a existência de mais de 200 mil reservatórios para aproveitamento dessa água.

É comum pensar que toda grande civilização se desenvolveu ao longo de um curso d'água, porém, muitas civilizações cresceram em regiões onde não existiam rios. Como mostram pesquisas realizadas pela Universidade de Estocolmo (Suécia), mostrando que no Oriente Médio muitas civilizações se desenvolveram usando água de chuva armazenada em escavações feitas nas rochas chamadas de cisternas (TOMAZ, 1998).

GHISI (2004) afirma que o Brasil possui uma quantia de 1.443 mm/m² ano de água da chuva, enquanto, no mundo, este índice está em torno de 460 mm. As cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre implantaram leis municipais de retenção da água de chuva com o intuito de prevenir inundações e incentivar a utilização de fontes alternativas de obtenção de água em novas edificações (TÉCHNE, 2005 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

JAQUES (2005) afirma que em algumas cidades do nordeste brasileiro a captação de água das chuvas é uma fonte de suprimento devido à escassez de água que ocorre na maior parte do ano. Já em Santa Catarina a escassez de água acontece com mais intensidade no oeste do Estado e na região litorânea em época de veraneio, principalmente durante as festividades de Natal e o Ano Novo, quando muitos municípios têm sua população mais do que duplicada, com a vinda de turistas de várias partes do Brasil e do mundo. Logo se faz necessária a busca por alternativas que garantam água de qualidade e em quantidade suficiente para atender suas funções diárias.

CAMPOS *et al.* (2001), faz uma menção a respeito da importância do uso da água de chuva como alternativa à utilização da água potável em alguns casos:

[...] o aproveitamento de água pluvial aparece neste início de Século XXI como uma alternativa a fim de substituir o uso de água potável em atividades em que esta não seja necessária, tais como: descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagens de carros, pisos e passeios (GOULD, NISSEN-PETERSEN, 1999, *apud* CAMPOS *et al.*, 2001).

De acordo com TOMAZ (2003), 30% da água consumida nas residências são utilizados em descargas dos vasos sanitários e 20% em máquinas de lavar roupas.

As águas pluviais podem ser destinadas para uso doméstico, industrial e agrícola entre outros, desde que feita de maneira correta, evitando riscos à saúde pública. Essa atividade vem surgindo como uma opção interessante de conservação da água limpa, porém, necessita de estudos mais precisos para definir suas utilizações nos diversos usos que o homem faz da água. Com o desenvolvimento da técnica de captação e uso das águas pluviais, já conseguiu-se promover a criação da Associação Brasileira de Manejo e Captação da Água de Chuva (ABMAC) que possui equipamentos e prestam serviços sobre o tema (JAQUES, 2005).

A tecnologia do aproveitamento da água de chuva tem um modelo para cada situação, podendo ser construída para suprir com quase todas as exigências. A construção, operação e manutenção do sistema requerem pouco trabalho intensivo, podendo-se utilizar estruturas já existentes, como telhados, lotes de estacionamento, parques, planícies de inundação, entre outros, tendo poucos impactos ambientais negativos. Essa água é relativamente limpa e possui qualidade aceitável para muitas atividades sem a necessidade de um tratamento, visto que suas propriedades físicas e químicas são geralmente superiores às fontes comuns de água doce, as quais podem ter sofrido algum tipo de contaminação (UNEP, 2002).

GHISI (2004) realizou um estudo do potencial de aproveitamento de água de chuva no setor residencial do Brasil, demonstrando que é possível economizar de 48% a 100% de água potável através de uso de água de chuva nas cinco regiões brasileiras. No entanto, em áreas industrializadas essa água pode conter componentes prejudiciais ao homem (dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio) emitidos pelos automóveis e pelas indústrias (GROUP RAINDROPS, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005), devendo-se avaliar essa água para que seu uso não traga problemas sanitários.

Um estudo realizado por SIMIONI *et al.* (2004) *apud* BRESSAN *et al.* (2005) utilizou dois postos de combustíveis, um localizado na cidade de Florianópolis e outro em Concórdia, para levantar dados de consumo de água para lavagem de veículos, análises estatísticas dos dados de precipitação e

valores de área dos telhados. Ficou concluído que a economia de água tratada, com a captação e uso de água da chuva, atingiu os valores de 84% para o caso de Florianópolis e 79% para Concórdia.

Levando em consideração o consumo para fins não potáveis, a população residente e o levantamento das dimensões das plantas de cobertura de um condomínio residencial em Florianópolis, MARINOSKI *et al.* (2004) *apud* BRESSAN *et al.* (2005) chegaram a conclusão de que, com a contribuição do aproveitamento de água de chuva, seria possível economizar 73,7% de água tratada do uso em vasos sanitários, tanques e máquinas de lavar roupa.

2.6.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Segundo TOMAZ (2003), temos como fatores principais que influenciam a captação da água de chuva a área da superfície coletora, a quantidade de água necessária para atender a demanda e a definição do tipo de reservatório (métodos construtivos). São exemplos de dados de entrada: a precipitação média mensal, a demanda mensal constante ou variável e o coeficiente de Runoff (perda de água por evaporação, vazamentos, lavagem do telhado, etc.). Sendo fornecidos após os cálculos o volume de chuva mensal, o volume de chuva menos a demanda e o volume do reservatório. Também existe a possibilidade de calcular a porcentagem de confiança e a porcentagem de falha do sistema.

Temos como componentes essenciais para a captação de água da chuva elementos como: área de captação, as calhas, os tubos de queda e o reservatório de armazenamento. Já os acessórios são os elementos opcionais do projeto ligados à finalidade da água captada, como filtros, freios de água, bombas, entre outros (HERNANDES *et al.*, 2004).

UNEP (2002) relata que um sistema de aproveitamento de água de chuva acontece, basicamente, com três processos: coleta, transporte e armazenamento. Esses têm sua categorização dependendo de fatores como tamanho e natureza das áreas de captação, e local onde o sistema será implantado (zonas urbanas ou rurais). Geralmente, a coleta é feita através dos

telhados, os quais já se encontram construídos, onde a água da chuva cai, sendo conduzida, através de calhas, para um reservatório de armazenamento.

De acordo com MAY (2004) a viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. Seu uso para fins não potáveis deve ser estimulado baseando-se nos resultados das análises realizadas para efetivação do projeto.

O reservatório de água da chuva, por ser o componente mais dispendioso do sistema, deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica local para dimensioná-lo corretamente, sem inviabilizar economicamente o sistema.

O aproveitamento de água de chuva consiste em desenvolver coletores de água nas coberturas, dimensionados levando em consideração os valores de precipitação da região, e que separem as águas iniciais de chuva, logo que a área de captação é o primeiro elemento na qual a água de chuva entra em contato com o sistema, e, por encontrar-se exposta, a mesma estará sempre vulnerável à contaminação de diversas origens como poluentes atmosféricos, folhas, galhos, pequenos animais e seus excrementos, entre outros contaminantes (HERNANDES *et al.*, 2004). Essas águas devem ser desviadas do reservatório através de um dispositivo no final do coletor (uma válvula para o descarte desse primeiro fluxo), onde se recomenda que seja descartado em torno de 0,3 a 0,5 mm da precipitação a ser armazenada no reservatório (TOMAZ, 2003). Dependendo do uso final da água coletada e do tratamento a ser aplicado, a coleta da água de chuva pode ser feita através de superfícies impermeabilizadas, localizadas ao nível do chão tais como pátios, calçadas, estacionamentos, entre outros (MAY *et al.*, 2004). A quantidade de água da chuva que pode ser armazenada depende da área de coleta, da climatologia local de precipitação e do coeficiente de *Runoff* (Coeficiente de Escoamento Superficial Direto). Para o uso em atividades que não exijam água potável não é necessário tratamento com alta eficiência, apenas uma filtragem para reter partículas em suspensão (OLIVEIRA, 2005).

Para o armazenamento da água da chuva são utilizados reservatórios denominados "cisternas". Os técnicos entendem por cisterna um reservatório construído, completamente vedado e também fechado em cima, que serve para armazenar a água da chuva que escorre dos telhados ou da

superfície da terra. A parede de uma cisterna sempre deve suportar tensões, pois primeiramente existe a pressão da água, que é mais forte na junção entre base e parede no fundo da cisterna, e decresce até zero na borda superior da cisterna. Em geral a cisterna enche bastante rápido, porém a retirada da água acontece pouco a pouco, esse processo provoca tensões (GNADLINGER, 1997).

Podemos encontrar cisternas de vários tipos: Cisterna de placas de cimento, de tela-cimento, de tijolos, de ferro cimento, de cal e de plástico. Cada uma com suas vantagens de desvantagens, devendo-se pesquisar qual o modelo se encaixa melhor para cada tipo de situação e localidade.

De acordo SOECO/MG (2004) *apud* OLIVEIRA (2005), o local de alojamento da cisterna deverá ser baixo para que a água escoe e seja armazenada de todos os pontos da área de captação por meio da força gravitacional. Deve possuir um solo de apoio, de preferência, arenoso ou composto de material resistente. É importante que essa cisterna esteja localizada com boa distância de árvores ou arbustos (cujas raízes possam provocar rachaduras em sua parede) e fossas, latrinas, currais e depósitos de lixo prevenindo contra contaminações.

Cisternas de armazenamento de água de chuva podem estar sobre ou sob o solo, sendo construído como uma parte do edifício, ou podendo atuar como uma unidade separada do edifício, com alguma distância (UNEP, 2002).

2.6.3 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Uma das dificuldades da implantação de um sistema de captação de água de chuva é a determinação do volume dos reservatórios de armazenamento (TOMAZ, 1998). Existe uma tendência de dimensionar o maior reservatório possível, pois assim estaríamos aproveitando a maior porcentagem de água precipitada, porém isto não é verdade. Mesmo que se acrescente 50% da capacidade do reservatório, à partir de aproximadamente 70% de aproveitamento, o coeficiente de aproveitamento aumenta apenas 5% a 10% (GROUP RAINDROPS, 2002 *apud* ANA, 2005).

Segundo MARINOSKI *et al.* (2004), o dimensionamento de um reservatório de água de chuva irá depender da precipitação atmosférica, da

freqüência em que as chuvas irão ocorrer e da quantidade de água que a edificação consumirá. Como o reservatório é o item de maior custo do sistema, deve-se realizar um dimensionamento criterioso (HERNANDES *et al.*, 2004). UNEP (2002) afirma que ao implantar um sistema que utilizará água de chuva, é fundamental reconhecer que a precipitação pluviométrica da região não é constante durante todo o ano, logo se faz necessário um planejamento para que a armazenagem da água tenha capacidade satisfatória para sua utilização em períodos secos.

Existem dois métodos para realizar o dimensionamento de reservatórios de água de chuva. O primeiro se dá a partir dos dados de precipitação, área de captação e demanda, visando um volume de reservatório que atenda as necessidades de consumo da edificação. No segundo método, fixa-se o volume de armazenagem do reservatório, e com isso é possível verificar o percentual do consumo que será atendido para um determinado volume de água em estoque. Com uma boa caracterização da utilização final da água, podemos analisar a quantidade de água necessária para suprir esta demanda. Para isso, fatores relacionados com a tecnologia e equipamentos utilizados, assim como o padrão de vida e cultura da população local, irão influenciar diretamente o consumo (MARINOSKI *et al.*, 2004).

Também é muito importante considerar fatores de perdas na determinação do volume do reservatório. Usando o exemplo de Florianópolis, onde as médias pluviométricas anuais são de aproximadamente 1500 mm, e considerando uma área de captação de 50 m², temos um volume de água de chuva que precipita sobre essa superfície igual a 75 m³ por ano. Entretanto, segundo MARINOSKI *et al.* (2004), o volume de chuva captado é sempre diferente do precipitado, pois existem perdas em relação à evaporação, autolimpeza do sistema de captação, entre outras, fazendo com que a quantidade de água disponível na superfície coletora seja de aproximadamente 70% a 80% do volume total precipitado sobre a mesma. Portanto, a quantidade real de água de chuva que poderia ser aproveitada com essa superfície de captação (50 m²) na cidade de Florianópolis seria de aproximadamente 52,5 m³ a 60 m³ por ano (BOTELHO, 2006).

2.6.4 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA COLETADA

Faz-se necessário, na captação e uso de água da chuva, um sistema de distribuição que conduza a água coletada das superfícies de captação até o reservatório de armazenamento e deste para o lugar onde será realizado o consumo. Esse sistema de distribuição é realizado com um conjunto de equipamentos formados por tubos, conexões, registros e outros (ANA *et al.*, 2005), que devem ser dimensionados para evitar perdas do volume precipitado (HERNANDES *et al.*, 2004). As tubulações utilizadas devem ser feitas com material inerte, visto que a água da chuva pode possuir um pH muito baixo (ácido) podendo corroer os canos e mobilizar substâncias indesejáveis dos tubos feitos de metal, por exemplo. É necessário criar uma rotina de inspeção das calhas e da tubulação, com cuidado no momento de sua limpeza. Um bom momento para se fazer esse procedimento seria quando ocorrem as chuvas, pois vazamentos podem ser facilmente detectados. O reservatório deve estar sempre bem tampado evitando a reprodução de mosquitos e impedindo outros insetos e roedores entrem no mesmo (UNEP, 2002). De acordo com BOTELHO (2006), também se deve verificar e limpar os reservatórios periodicamente, lembrando que torneiras para a extração de água do reservatório devem ser instaladas com, pelo menos, 10 cm de altura da base do reservatório permitindo que sedimentos que possam entrar em seu interior se estabeleçam no fundo, para que não sejam perturbados e afetem a qualidade da água.

Para um monitoramento efetivo do consumo e verificação de vazamentos, devemos utilizar práticas que nos mostrem a situação real que se encontra o sistema. A coleta de dados de consumo feita com o auxílio de instrumentos simples como contas de água e leituras *in loco*, ou pela medição setorizada e telemedição (ANA *et al.*, 2005), e realizadas intervenções e reparos em caso de detecção de vazamentos.

2.6.5 LOCAL DO RESERVATÓRIO

A diferenciação de um sistema de aproveitamento de água da chuva para outro se dá, principalmente, pela escolha do local de instalação do

reservatório de armazenamento, sendo que as demais atividades relacionadas podem se adequar a cada projeto em análise. Esse projeto pode ser desenvolvido simultaneamente ao da edificação, o que possibilita uma maior sintonia entre ambos sem que haja interferências negativas na estética ou no desempenho das atividades dessa edificação. Outra vantagem de construir um sistema de aproveitamento de água de chuva incorporado ao projeto da edificação é a possibilidade de os pontos de coleta, armazenamento e distribuição estarem próximos entre si, facilitando manutenções rotineiras e diminuindo os riscos de perdas durante o percurso da água de chuva ao reservatório de armazenamento. Nesse contexto, um fator relevante para se escolher a superfície de cobertura (telhado) da edificação como área de captação seria a facilidade de instalação dos equipamentos do sistema (calhas e tubulação), com a proximidade entre os pontos de coleta e distribuição (BOTELHO, 2006).

As instalações prediais de águas pluviais devem ser dimensionadas seguindo a NBR 10844 (ABNT, 1989).

2.6.6 CONSCIENTIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA DA CHUVA

Segundo BOTELHO (2006) Florianópolis possui uma localização privilegiada para o aproveitamento da água de chuva em relação a outras grandes cidades como São Paulo e Porto Alegre, logo que a água de chuva que precipita nesta cidade possui baixos índices de poluição atmosférica e acidez. Embora sejam poucas as atividades onde podemos utilizar água de chuva como fonte de abastecimento, existe uma possibilidade de grande economia de água potável, pois segundo análise da forma do funcionamento das edificações, os pontos onde a água da chuva iria abastecer são pontos de grande consumo de água como sanitários, torres de resfriamento e estações de ar condicionado, por exemplo (BOTELHO, 2006).

Segundo ANA *et al.* (2005), as informações de redução do consumo devem ser repassadas aos usuários do sistema para incentivá-los ainda mais a economizar água. Materiais para conscientização quanto a conservação de água são disponibilizados pelas próprias concessionárias de água e esgoto,

porém, a forma mais eficiente de se alcançar tal objetivo seria com palestras, alimentação de murais, realização de dinâmicas de grupo abordando o tema em questão, entre outras formas.

Para manter ativos os estímulos que irão trazer mudança de comportamento, com respeito do uso racional de água, é fundamental que instituições de ensino (escolas e universidades) apóiem esta causa assumindo responsabilidade no processo de conscientização, atuando intimamente ligadas à sociedade (GUZZO *et al.* 2005). SCHERER (2003) *apud* YWASHIMA *et al.* (2005) afirmam que, devido ao alto grau de abrangência da comunidade acadêmica e visto que as escolas e universidades colaboram para a formação dos cidadãos e da sociedade, a implementação de atividades educacionais e pedagógicas que envolvam temas relacionados à água, devem ocupar lugar de destaque, agindo diretamente na formação e integração dos alunos, de maneira a conscientizar as demais pessoas que os cercam.

Alguns procedimentos simples de serem incorporados a nossa rotina diária ajudam, e muito, a economizar água como escovar os dentes com a torneira fechada (poderão ser economizados até 12 litros), verificar tubulações e torneiras em busca de vazamentos (uma pequena gota de água pode jogar fora mais de 6 mil litros de água por mês), lavar roupas e louças utilizando a carga completa, lavar verduras na pia cheia de água ao invés de água corrente, lavar louças manualmente com a torneira fechada, entre outras (TOMAZ, 1998).

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Data e Local do Estágio

Este trabalho foi realizado durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2010 no município de Florianópolis no Laboratório de Biotecnologia Neolítica da Universidade Federal de Santa Catarina, localizado no Departamento de Microbiologia no bairro Córrego Grande (Figura 1).

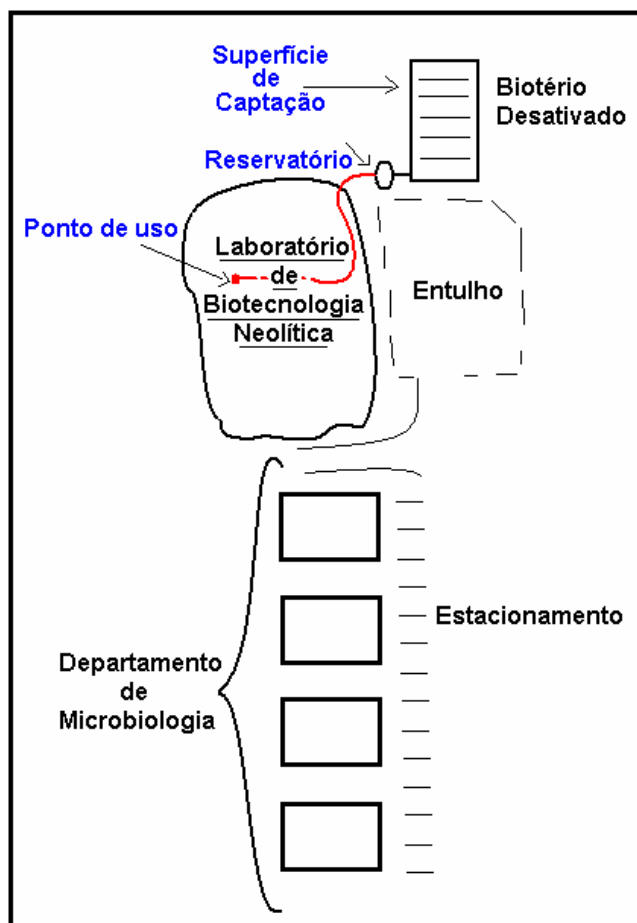


Figura 1 – Localização da área de estudo durante o Estágio dentro da UFSC.

3.2 Levantamento inicial do Estágio – Destino da água pluvial do prédio vizinho (CCB).

De acordo com o Escritório Técnico Administrativo da Universidade (ETUSC), os sistemas de águas pluviais e de esgoto em uma edificação são diferenciados. As águas pluviais (de chuva) devem ser coletadas, após sua precipitação sobre o telhado do edifício, por um sistema de calhas, encanamento e caixas de passagem que às destinem

corretamente até o leito de um rio ou córrego mais próximo. As águas de esgoto passariam por um tratamento em um sistema de fossas com Pedra Carvão para a decantação dos sólidos e purificação dessa água antes de ser destinada ao leito do rio ou córrego. Essas duas águas (pluvial e de esgoto) devem ter seus próprios sistemas de tratamento evitando contaminações e possibilitando o seu reuso.

Dentro desse contexto, verificou-se a possibilidade de instalar um sistema de aproveitamento das águas pluviais utilizando a última edificação (telhado e calhas) dos prédios do Departamento de Microbiologia (CCB). Foi constatado que os sistemas de esgoto e águas pluviais não condizem com o que está exposto na Planta dos Prédios (Anexo 1). Existe sim um sistema de fossas para o tratamento do esgoto gerado, porém este sistema se encontra inativo podendo-se observar o esgoto, a céu aberto, saindo de uma caixa de passagem em direção ao córrego sem nenhuma espécie de tratamento. Como mostra as fotos 1 e 2, o sistema de águas pluviais também se encontra precário, visto que alguns canos do sistema de calhas do telhado estão levando essa água ao encontro das águas de esgoto logo que chegam ao solo, e outros canos simplesmente levam a água da chuva até o solo diretamente sem nenhuma caixa de passagem.



Foto 1 - Penúltimo prédio do CCB pluvial



Foto 2 - Final do sistema

Esses fatos narrados mostram a ineficiência do sistema de águas nessas edificações. Uma melhoria deve ser feita logo para a solução deste grave problema de responsabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina.

Foi investigado o telhado do prédio novo do biotério (ainda desativado) da UFSC como superfície de captação, sendo constatada uma falha no sistema de calhas, onde uma parte do encanamento encontrava-se desconectada fazendo com que a água da chuva fosse diretamente para baixo do prédio acumulando-se ali e comprometendo as estrutura da Edificação (Foto 3).



Foto 3 - Falha no sistema de calhas do prédio desativado do Biotério da UFSC.

Esse telhado é do tipo “meia água” possuindo uma área de 600m² por onde a água de chuva precipitada escoar até as calhas como mostra a foto abaixo.



Foto 4 - Prédio desativado do Biotério da UFSC

O sistema de calhas, usado pra ligar a superfície de captação (telhado) ao reservatório, dispõe de uma grande calha situada na base do telhado com duas saídas (uma em cada ponta da calha). Cada uma dessas saídas se encarrega de 50% da água da chuva levando-a para uma caixa de passagem para depois destiná-la ao leito do córrego que passa logo atrás do prédio.

A falha foi consertada para a instalação de um sistema de coleta captando 50% da água que precipita sobre o telhado, correspondendo a uma superfície de captação de 300m².

3.3 Materiais utilizados na captação e uso da água de chuva

Definido o telhado de 300 m² como superfície de captação, foi direcionada uma parte do cano, ligado a saída da calha e usado para levar a água de chuva até uma caixa de passagem e, conseqüentemente, até o reservatório, precisando alongar o encanamento em 6m com o acoplamento de um cano PVC (figura 2).

Três curvas de 90° foram utilizadas nesse sistema de calhas (fotos 5a, 5b, 5c, 5d e 5e), uma de 45mm e duas de 100mm, uma redução de encanamento 100-45mm e um cano (45 mm) com 50cm de comprimento como mostra a ilustração abaixo.

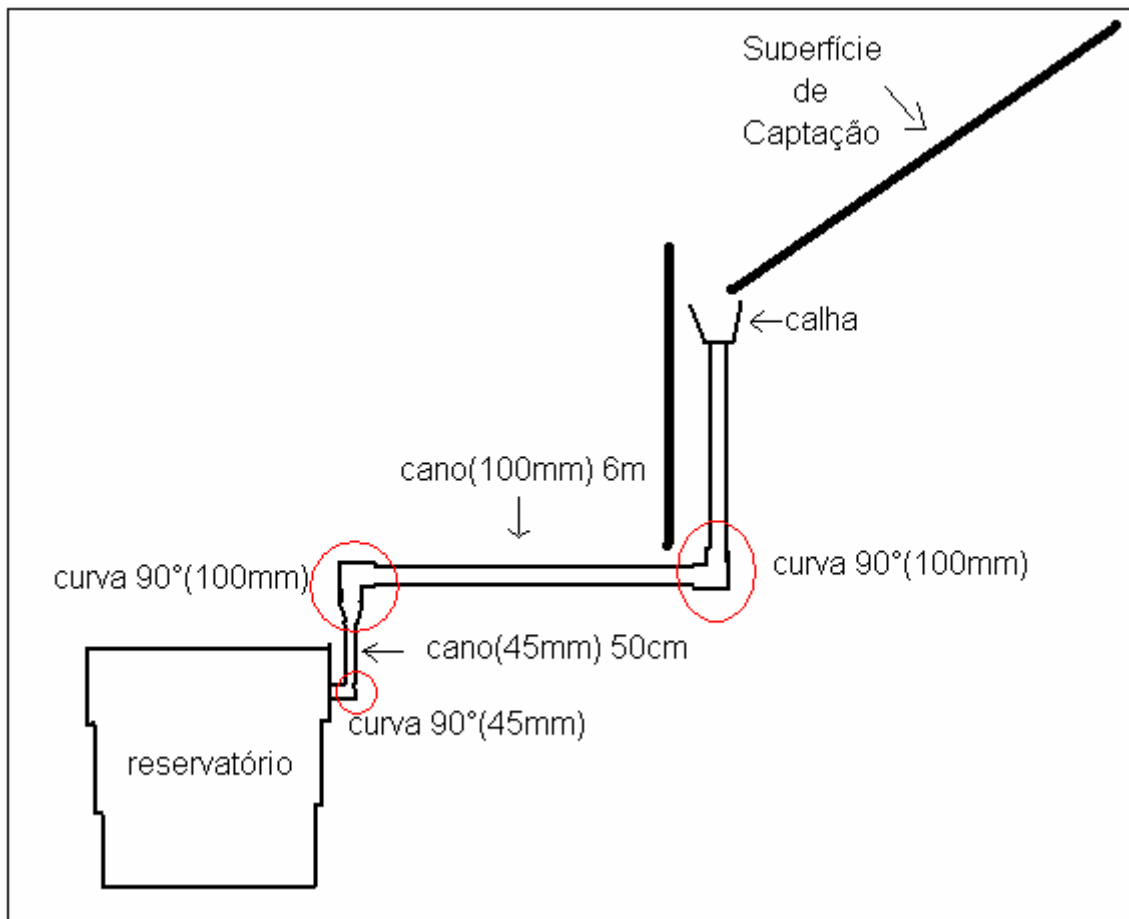
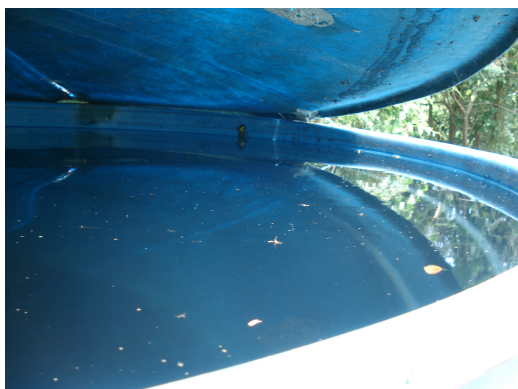


Figura 2 - Ilustração do sistema de captação



Fotos 5a, 5b, 5c, 5d e 5e - Sistema de Calhas

Com o intuito de diminuir gastos, foi utilizado como reservatório uma caixa d'água de 5000L (fotos 6ª e 6b) já existente no Laboratório de Biotecnologia Neolítica (utilizada em outros experimentos e, no momento, sendo utilizada como estoque de recipientes utilizados na coleta dos resíduos orgânicos). Essa caixa d'água, que já possuía os “flangers” (45 mm) de entrada e saída de água, foi deslocada até a base do telhado pelos bolsistas do Laboratório com o auxílio de um automóvel (caminhonete Fiorino).



Fotos 6a e 6b - Reservatório

Novamente objetivando a redução de gastos no trabalho, foram reusados canos disponibilizados por Sérgio Vicente Ventureli, morador do bairro Cacupé. Esse encanamento foi conectado ao reservatório sendo que os primeiros 10 metros são de 45 mm, os próximos 10 metros de 32 mm e os 30 metros finais canos de 25 mm de diâmetro. Para isso precisou-se de uma redução de encanamento 45-32 mm e uma 32-25 mm. Um registro (45 mm) foi acoplado logo na saída do reservatório e uma torneira ao final do encanamento para o controle do sistema, como mostram as fotos abaixo.

Esse encanamento foi fixado com 7 estacas artesanais de bambu para evitar danos e garantir sua eficiência(fotos 8a e 8b).

A água de chuva é levada do reservatório até o ponto de uso pela força da gravidade, essa gerada pelo desnível de um metro entre a base do reservatório e o ponto final do encanamento de distribuição, ou seja, ponto de uso (torneira).



Fotos 7a, 7b e 7c - Começo do Sistema de Distribuição



Fotos 8a e 8b - Estacas Artesanais de Bambu



Fotos 9a, 9b e 9c - Final do Sistema de Distribuição

3.4 Cálculo da Demanda de água, Suprimento pela chuva e Eficiência do sistema de captação.

Com o sistema de captação de água da chuva em funcionamento, foi medida a quantidade provável de água a ser captada por precipitação ocorrida multiplicando o valor da precipitação ($1\text{mm}=1\text{Litro/m}^2$) pela área da superfície

de captação (m^2). Medindo o volume de água no reservatório, com o auxílio de uma fita métrica para saber a área do reservatório e a altura em que a água se encontrava no mesmo, foi possível saber o volume real de água da chuva captada.

Para conseguir novos dados, foram feitos esvaziamentos do reservatório após este estar cheio de água da chuva.

3.5 Demanda

Foi calculada a quantidade de água necessária para suprir a demanda da lavação dos recipientes usados na coleta seletiva dos resíduos orgânicos do projeto de Reciclagem Orgânica da UFSC, com a média de volume de água utilizado nessa atividade diariamente. Esse procedimento foi realizado utilizando um recipiente com medidas em mililitros para calcular quanto tempo foi preciso para encher, com a água da CASAN, o recipiente até 1 litro e quanto tempo leva em média para realizar uma lavação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Demanda de água

Ficou constatado que, na lavação do projeto de reciclagem orgânica da UFSC, a cada 5 segundos de torneira aberta têm-se o volume de 1 litro de água da CASAN. Sendo necessários, em média, 80 minutos para se efetuar essa atividade, temos um volume médio de 960 litros de água utilizados para realizar uma lavação e, como esse serviço é feito seis vezes na semana (em cada dia útil e duas vezes na sexta feira), temos uma demanda de, aproximadamente, 6000 litros de água por semana.

4.2 Capacidade de Captação do sistema

Foram captados 2200 litros de água da chuva com uma precipitação de 10 mm (na madrugada do dia 04 para o dia 05 de outubro), sendo que a captação esperada era de 3000 litros (10 mm de precipitação multiplicados pelos 300 m² de área do telhado). Essa diferença está associada à alguma falha no sistema de calhas, o qual uma parte dos canos é conectada por “arrebites” que deixam pequenos espaços não vedados entre um cano e outro.

Em outra precipitação (dia 06 de novembro) de 24,6 mm o reservatório foi abastecido completamente. Com essa precipitação era esperado que a superfície coletora captasse aproximadamente 5500 litros de água da chuva, suprimindo os 5000 litros de capacidade do reservatório.

4.3 Levantamentos da média mensal das precipitações em Florianópolis .

No gráfico abaixo podemos verificar as médias mensais de precipitação para o município de Florianópolis, o qual possui uma precipitação média anual de 1517,8 mm, ou 4,16 mm por dia (Normais Climáticas do Brasil, 2009).

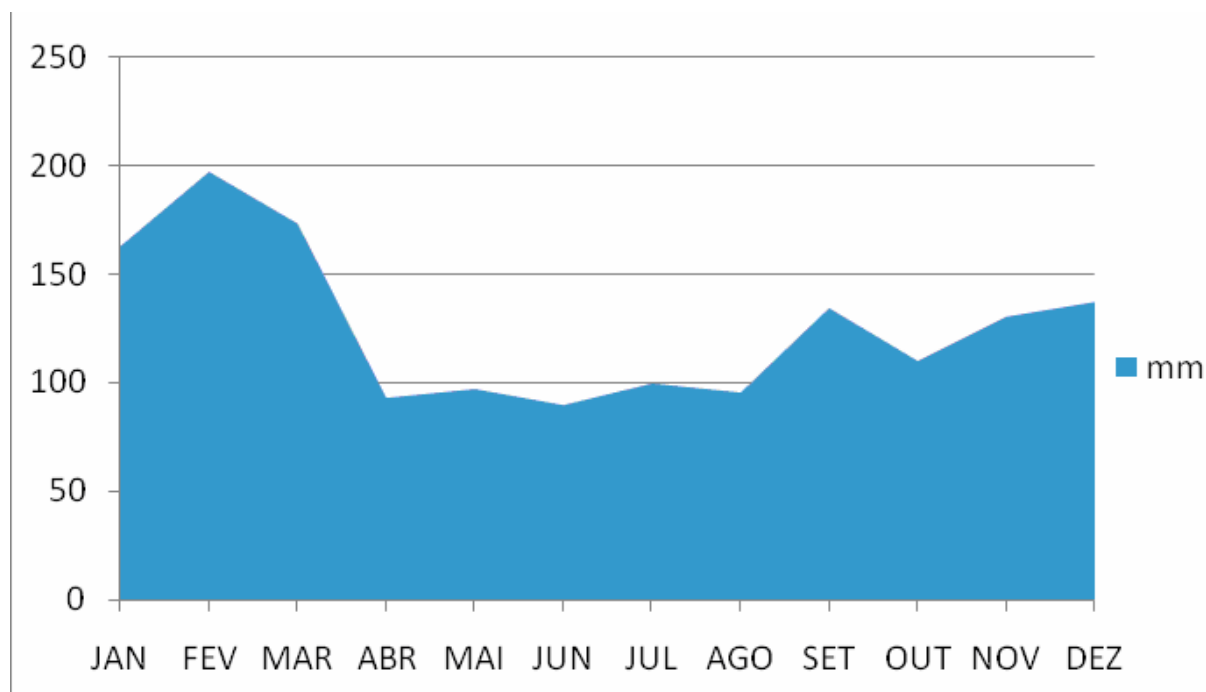


Gráfico 3 – Média mensal de precipitação em Florianópolis.

Fonte: Normais Climáticas do Brasil 1961-1990.

Com base nesses dados podemos perceber que Florianópolis possui um alto índice de precipitação. Esse fato deixa claro o potencial da cidade em termos de captação e uso de água da chuva logo que, até mesmo no mês de junho, que têm a mais baixa precipitação média (89,5 mm), podemos captar em torno de 25000 litros de água da chuva por mês com essa superfície de captação de 300 m², dos quais seriam usados em torno de 24000 litros (média aproximada da demanda mensal).

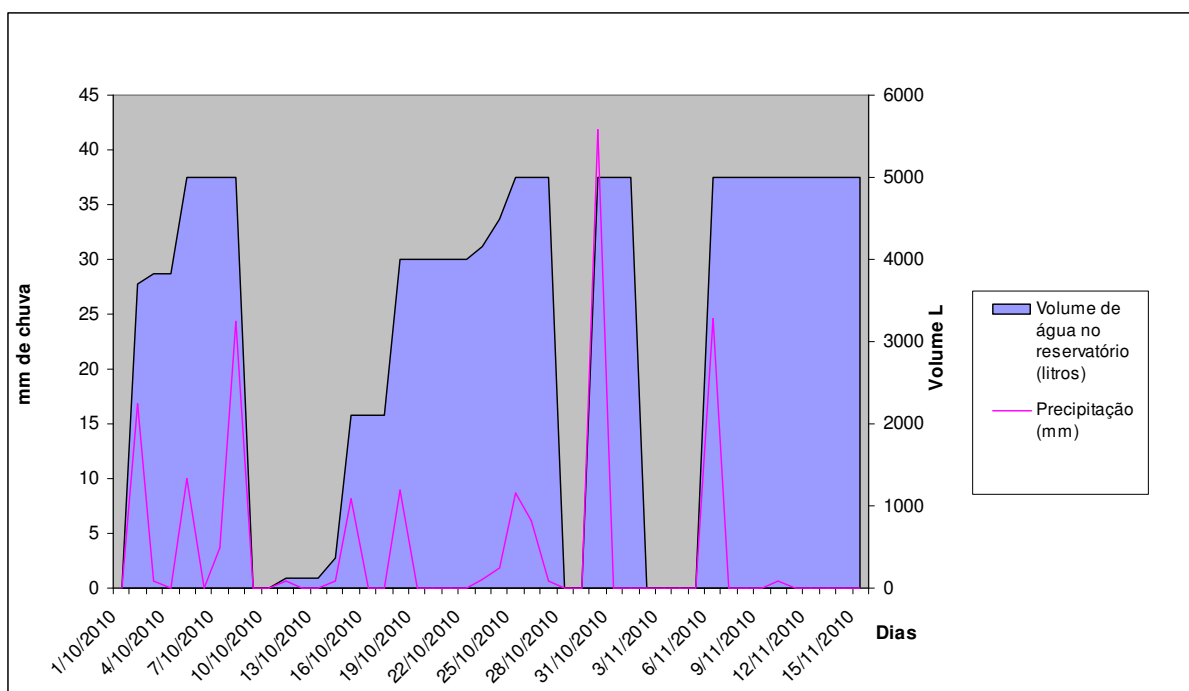


Gráfico 4 – Precipitação e volume de água acumulado no reservatório entre 01/10/2010 e 15/11/2010

Fonte: Laboratório de Climatologia Agrícola, 2010.

O gráfico 4 mostra o volume de água no sistema por precipitação ocorrida, onde, com a precipitação do dia 2 de outubro (16,8 mm), foi possível captar 3700 litros. Assim como as precipitações dos dias 15 e 18 de outubro, 8,01 mm e 8,09 mm respectivamente, fizeram com que o sistema captasse em torno de 3750 litros. Com esses dados é possível prever que para cada milímetro de precipitação o sistema capta 220 litros de água da chuva.

O Gráfico abaixo expressa o consumo diário nas semanas do mês de outubro de 2010 e a maior e menor média mensal de precipitação em Florianópolis. Nas sextas feiras o consumo é bem maior devido ao fato de ser feita duas lavagens referentes aos dois períodos de serviço exercidos nesse dia. Também fica claro que no mês de janeiro é possível captar mais água do que a demanda consome. O que não aconteceria no mês de junho, pois a média de capacidade de captação diária deste mês fica abaixo do consumo diário.

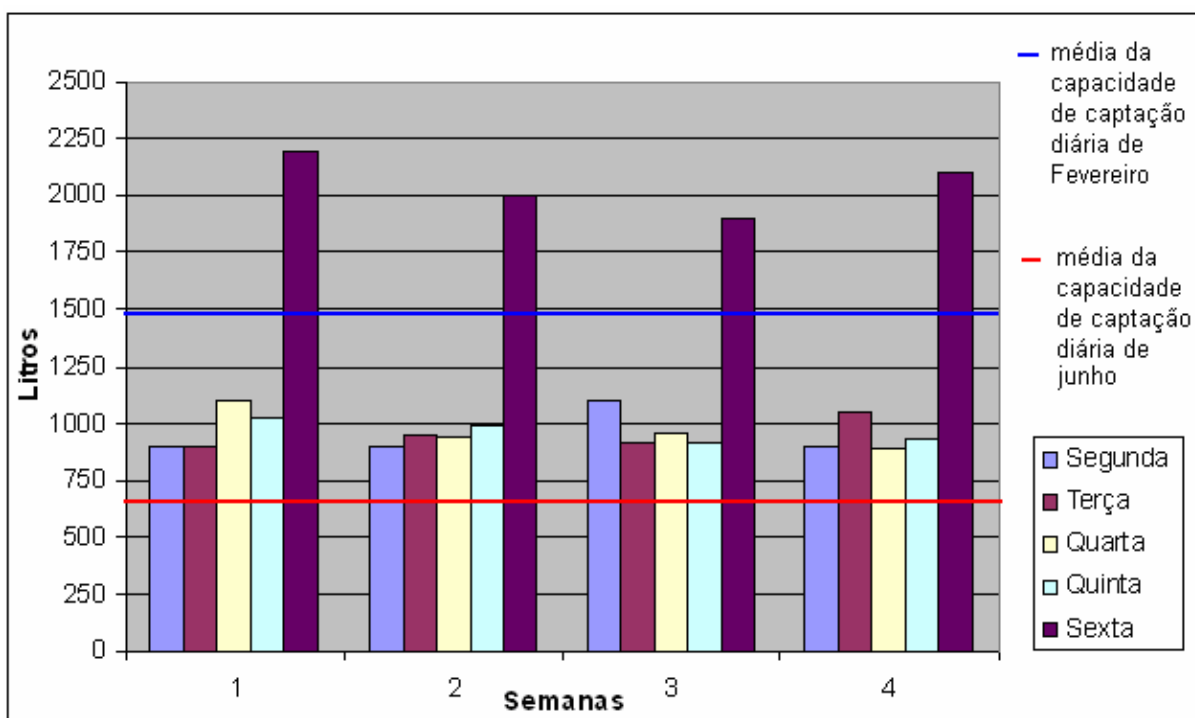


Gráfico 5 – Consumo diário no mês de outubro de 2010 e média da capacidade de captação diária dos meses de fevereiro (maior) e junho (menor)

O Gráfico 6 a seguir mostra a precipitação do mês de outubro de 2010 (133,6 mm) que esteve um pouco acima da média para este mês em Florianópolis (110 mm). Com esse valor de precipitação o sistema seria capaz de captar em torno de 30000 litros. Embora tenha ocorrido uma boa precipitação ela foi mal distribuída, o que poderia levar a uma falta temporária de água da chuva no sistema nos períodos de ausência ou com pouca precipitação.

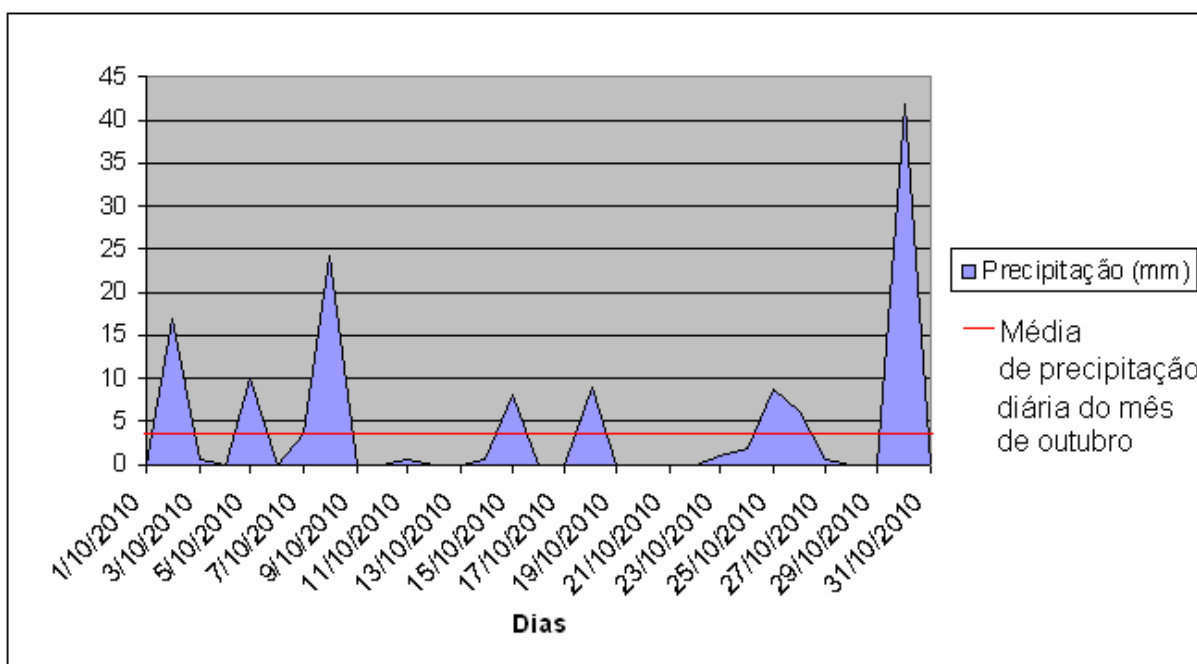


Gráfico 6 – Precipitação do mês de outubro de 2010 e média de precipitação diária do mês de outubro em Florianópolis

4.4 Uso da água coletada

O processo de lavação do projeto de reciclagem orgânica da UFSC pode ser descrito por partes. A primeira seria a limpeza grosseira onde se utiliza alta pressão da mangueira para retirada dos resíduos orgânicos que ficaram grudados às bombonas (recipientes usados na coleta de resíduos orgânicos) depois de serem esvaziadas. No segundo momento, é feita a esfregação das bombonas com o uso de detergente neutro e o auxílio de escovas. Ao fim do processo as bombonas são enxaguadas para depois de secar voltarem ao ciclo de coleta.

Após a implantação do sistema e o reservatório estar cheio, foi possível usar a água da chuva captada nesse processo de lavação de bombonas. Quanto à economia conseguida com este sistema não foi possível quantificá-la, logo que a pressão gerada pela soma da coluna d'água do reservatório com o desnível entre a base do reservatório e o ponto de uso (torneira) foi suficiente apenas para enxaguar as bombonas, procedimento que demanda pouca quantidade de água. Essa pouca pressão também está associada a perdas

durante o percurso do encanamento, que tem o seu diâmetro diminuído ao longo do seu comprimento.

4.5 Discussão dos Resultados

Em virtude da necessidade de usarmos nosso maior recurso natural, a água, de maneira racional esse trabalho foi realizado com o intuito de melhorar o sistema de lavação do projeto de reciclagem orgânica da Universidade Federal de Santa Catarina com a captação e uso de água da chuva.

Muitos países de primeiro mundo utilizam essa alternativa para superar problemas de escassez e mau uso, conseguindo bons resultados em relação à economia e exploração de água potável.

Conhecendo a maneira que lidamos com esse recurso, nota-se uma incoerência em usar água potável para fins onde essa não é necessária. Capta-se água dos rios para, depois de tratada, distribuí-la sendo muitas vezes usada em descargas de sanitários, lavações de carros ou jardinagem, por exemplo.

Quantificando a demanda de água do projeto, concluiu-se que são gastos em média 1000 litros de água por dia. Essa demanda pode ser suprida facilmente por um sistema de captação e uso de água da chuva, logo que o índice pluviométrico do município de Florianópolis é favorável a essa técnica.

Com uma área de captação igual a 300 m² foi possível encher um reservatório com capacidade de armazenar 5000 litros de água com a precipitação de 25 mm de chuva, mostrando a capacidade em gerar grande economia com este sistema. Contudo a pressão gerada no sistema possibilitou o seu uso apenas na função do enxágüe, já que é preciso uma pressão maior para a realização da lavação completa feita no projeto de reciclagem orgânica da UFSC.

Assim o uso de água da chuva para fins não potáveis é uma alternativa viável de baixo custo de instalação que combate o mal uso de água potável contribuindo com a preservação ambiental.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com níveis de precipitação em Florianópolis podemos utilizar essa técnica de maneira efetiva, visto que um sistema de captação e uso de água da chuva pode ser instalado facilmente em nossas edificações, futuras ou já existentes, sem requisitar alto custo e mão de obra.

Utilizando o telhado do prédio desativado do Biotério como superfície de captação é possível captar 220 litros de água da chuva para cada milímetro de precipitação, logo 25 mm precipitados são suficientes para encher o reservatório praticamente suprimindo a demanda semanal de água da Lavação do Projeto de Reciclagem Orgânica.

Recomenda-se que um novo trabalho, ou uma continuação deste, efetive o uso da água de chuva captada na Lavação de bombonas do Projeto de Reciclagem Orgânica com o aumento da pressão do sistema de distribuição. Para isso seria viável um erguimento do reservatório para que esse fique posicionado a uma altura maior que a atual, usando um encanamento em forma de “U” para que a água caia pela calha e suba novamente até a altura de entrada no reservatório.

Outra alternativa seria a implantação de um novo reservatório situado a uma altura que gere tal pressão, utilizando um “carneiro” mecânico (equipamento que usa a própria pressão da água para bombeá-la). Uma alternativa simples seria a troca por um encanamento de diâmetro maior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro (1989).

ANA, Agência Nacional das Águas; SAS/ANA, Superintendência de Conservação de Água e Solo; FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; DMA, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; SindusCon-SP, Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo; COMASP, Comitê de Meio Ambiente do SindusCon- SP - **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo, junho de 2005. Prol Editora Gráfica.

BOTELHO, A. N. **Uso Racional de Água no Campus da UFSC**. Trabalho de Iniciação Científica – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2006.

BRESSAN, D. L.; MARTINI, M. - **Avaliação do Potencial de Economia de Água Tratada no Setor Residencial da Região Sudeste Através do Aproveitamento de Água Pluvial**. [Trabalho de Conclusão de Curso] Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

CAMPOS, J. D.; NETO, J. R.; SAMPAIO, O. B.; SONDA, C. **Barragem subterrânea: uma alternativa de captação e barramento de água da chuva no semi-árido**. In: 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-árido. Petrolina, 2001. Disponível em: www.abcmac.org.br/files/.../3simp_josedias_barragemsubterranea.pdf. Acesso em: 27/03/2010

CARNEIRO, A. L. A.; CERQUEIRA, E. G.. **Aproveitamento da água da chuva e proveniente do esgoto secundário (águas cinzas)**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da Universidade Católica de Salvador . Salvador, 2007. Disponível em http://www.4shared.com/get/101642276/499fd52d/APROVEITAMENTO_DA_GUA_DA_CHUVA.html;jsessionid=03077AEA10F0B904D543B43C30CC4542.dc216. Acesso em: 27/03/2010.

CERQUEIRA, W. **Água: essencial para a vida no planeta**. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/agua.htm>. Acesso em: 28/03/2009.

GHISI, E. - **Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater in the Residential Sector of Brazil**. Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2004.

GNADLINGER, J. **Apresentação técnica de diferentes tipos de cisternas construídas em comunidades rurais do semi-árido brasileiro**. In: Anais do 1º Simpósio sobre Captação de Chuva no Semi-Árido Brasileiro. Petrolina, 1997.

GUZZO, F. J. M.; GORZA, L. S.; FERNANDES, R. S.; SOUSA, V. J.; PELISSARI, V. B. - **Programa de Conscientização da Sociedade Voltado a Importância do Uso Racional da Água – Região Metropolitana de Vitória –**

ES. - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

HERNANDES, A. T.; SIQUEIRA, M. A. C.; AMORIM, S. V. - **Análise de Custo da Implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial para uma Residência Unifamiliar na Cidade de Ribeirão Preto** - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 de julho de 2004, São Paulo.

JAQUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PGEA0224.pdf>. Acesso em: 29/03/2010.

KAMMERS, P. C. - **Usos Finais de Água em Edifícios Públicos: Estudo de Caso em Florianópolis-SC.** [Relatório Final de Iniciação Científica] Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

LABORATÓRIO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA. Disponível em: <http://www.labclimagri.ufsc.br/dados.htm>. Acessado em: novembro de 2010.

LEAL, A. C.; HERRMANN, H. **Gestão dos recursos hídricos e a construção das cidades construtoras para o próximo milênio.** In: Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 1999.

MARINOSKI, D. L.; GHISI, E; GOMEZ, L. A. - **Aproveitamento de Água Pluvial e Dimensionamento de Reservatório para Fins Não Potáveis: Estudos de Caso em um Conjunto Residencial Localizado em Florianópolis-SC** - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável

e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004.

MAY, S.; PRADO, R. T. A. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

MIELI, J. C. de A. - **Reúso de Água Domiciliar**. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2001.

Normais Climáticas do Brasil 1961-1990 / Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luis André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. Brasília, DF: INMET, 2009. 465p.:

OLIVEIRA, S. M. - **Aproveitamento da Água da Chuva e Reúso de Água em Residências Unifamiliares: Estudo de Caso em Palhoça-SC**. [Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação] Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

PAULA, H.; OLIVEIRA, L. H. - **Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva na Cidade de Goiânia: Avaliação da Qualidade da Água em Função do Tempo de Detenção no Reservatório** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

REBOUÇAS, A. da C. **Água e Desenvolvimento Rural**. Estud. av. São Paulo, v. 15, n. 43, Dez. 2001. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142001000300024&script=sci_arttext&tling=en. Acesso em: 20/03/2010.

SOARES, D. A. F.; SOARES, P. F.; GONÇALVES, O. M. - **Reuso de Águas Residuárias em Edifícios** - ENTECA-2001: II Encontro Tecnológico de Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá-PR, 10 a 14 de setembro de 2001.

SANTOS, C. A. G.; MAGNO, K.; PALMEIRA, M.; DANTAS, R.; BRAGA, I. Y. DE L.. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis**. In: X Encontro de Extensão e XI Encontro de Iniciação à Docência. Universidade Federal da Paraíba. 2008. Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area5/5CTDECPEX02.pdf. Acesso em: 29/03/2010.

TAMAKI, H. O.; SILVA, G. S.; TONETTI, F. R.; GONÇALVES, O. M. – **Implementação de Leitura Remota de Hidrômetros em Campi Universitários no Contexto de Programas de Uso Racional da Água - Estudo de Caso: Universidade de São Paulo** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

TOMAZ, P. - **Conservação da Água**. São Paulo 1998. Ed. Digihouse, 176 p.

TOMAZ, P. - **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. São Paulo, 2003. Ed. Navegar.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2. ed. São Paulo: Navegar,. 2005. 180 p.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. - **Gestão da Água no Brasil**. UNESCO, Brasil, 2001.

TUNDISI, J. G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Cienc. Cult., São Paulo, v. 55, n. 4, Dez. 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000967252003000400018&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28/03/2010.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME DIVISION OF TECHNOLOGY, INDUSTRY, AND ECONOMICS INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE. Newsletter and Technical Publications. ***Rainwater Harvesting and Utilisation***. An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision-Makers. 2002. Disponível em: www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp.

WIKIPEDIA. Disponível em: www.wikipedia.org. Acessado em: setembro de 2010.

WORLD RESOURCES INSTITUTE – Disponível em: www.worldwatch.org. Acessado em: setembro de 2010.

YWASHIMA, L.A.; ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V.; GONÇALVES, O.M. – **valiação do Potencial de Economia de Água a Partir da Instalação de Tecnologias Economizadores nos Pontos de Consumo: Estudo de Caso das Unidades Públicas de Ensino Fundamental da Cidade de Campinas** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

ZOLET, M. **Potencial de aproveitamento de água de chuva para uso residencial na região urbana de Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2005. Disponível em <http://files.engenharia-ambiental.webnode.com/200000018-0859409533/%C3%81gua%20de%20Chuva.pdf>. Acesso em: 27/03/2010.

